

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-037144

(43)Date of publication of application : 06.02.1996

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

(21)Application number : 06-172647

(71)Applicant : KAWASAKI STEEL CORP

(22)Date of filing : 25.07.1994

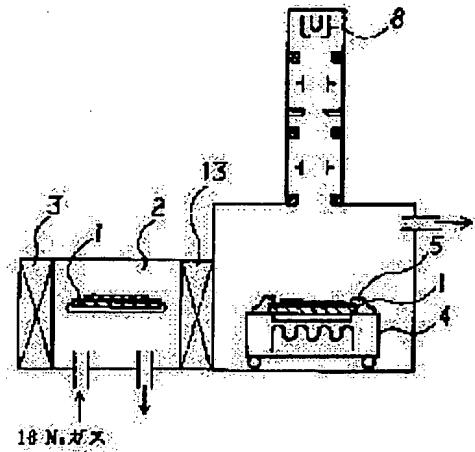
(72)Inventor : HORIUCHI HIDETAKA

(54) METHOD AND APPARATUS FOR PATTERN TRANSFER EXPOSURE

(57)Abstract:

PURPOSE: To stabilize temperature during exposing process by executing the pattern transfer exposing while the coolant of which temperature can be controlled freely is circulated and coolant temperature is adjusted to keep constant the temperature of the pattern transfer substrate from the start to the end of exposing process.

CONSTITUTION: A mask substrate 1 is moved to a stage 4 via a gate valve 13 and is then fixed to the stage 4 by a mechanical clamp 5. The stage 4 is temperature-controlled to 20° C by a coolant. The stage 4 can be freely moved during the transfer exposing process because the piping for transferring the coolant and the piping for heat conductive gas are composed of a bellow type flexible tube. In the case of electron beam lithographic exposure, temperature of the mask substrate 1 for starting evacuation is lowered to 15° C as in the case of the prior art. Thereafter, the stage 4 for supporting the mask substrate 1 is set to about 20° C and temperature of the stage 4 and mask substrate 1 is kept at 20° C from the start to the end of the electron beam lithographic exposing process by means of the coolant.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.07.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 30.07.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-37144

(43)公開日 平成8年(1996)2月6日

(51)Int.Cl.⁶

H01L 21/027

識別記号

序内整理番号

F I

技術表示箇所

H01L 21/30

541 S

541 L

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全5頁)

(21)出願番号 特願平6-172647

(22)出願日 平成6年(1994)7月25日

(71)出願人 000001258

川崎製鉄株式会社

兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番2
8号

(72)発明者 堀内 英隆

千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製
鉄株式会社ハイテク研究所内

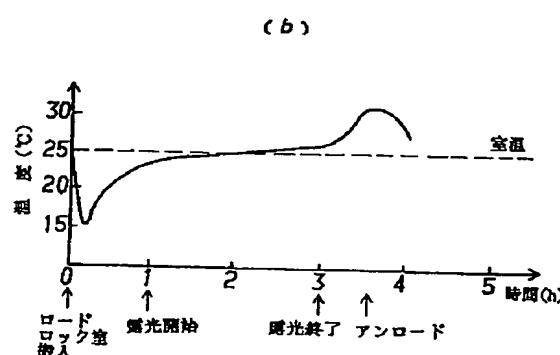
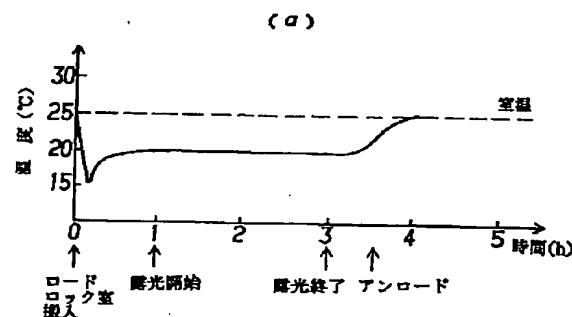
(74)代理人 弁理士 小林 英一

(54)【発明の名称】パターン転写露光方法および露光装置

(57)【要約】

【目的】位置ずれのない寸法精度の優れたマスク基板の製造方法及びその電子線描画露光装置を提供する。

【構成】電子線描画装置において、電子線描画露光するパターン転写基板を載置するステージに冷媒を循環させ、かつ冷却温調保持する機能を設け、パターン露光時の高エネルギー粒子照射による温度を補正し、パターン露光開始時から終了時までの基板の温度を一定の温度に維持させ、パターン転写露光を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電子線描画装置によりパターン転写露光を行う際に、感光性レジストを塗布したパターン転写基板を載置するステージに温度調節自在な冷媒を循環させ、かつ冷媒の温度を調節し、露光開始時から露光終了時までパターン転写基板の温度を一定に保持したままパターン転写露光を行うことを特徴とするパターン転写露光方法。

【請求項2】 同一品種の集積回路を作製するため、重ね合わせて使用する一式のマスクを露光するに際し、パターン転写基板を載置するステージに温度調節自在な冷媒を循環させ、かつ冷媒の温度を調節し、その全マスクを一定温度に保持したままパターン転写露光することを特徴とするマスク作製方法。

【請求項3】 電子線描画装置において、パターン転写基板を載置するステージに冷媒用配管を配設し、かつ冷媒の温度を自在に調節する機構を備えたことを特徴とする露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、半導体集積回路（以下集積回路と略す）の製造方法及びその製造装置に係わるものであって、集積回路パターン（以下パターンと略す）をパターン転写基板（以下マスク基板で説明する）上の感光性レジスト（以下レジストと略す）に露光焼付けを行う露光方法及びその露光装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、集積回路を製作するに当たり、エッチングまたはイオン注入などその用途に合わせて数種類の組合せよりなるパターンを有するマスク（レチクル）を、順次ステッパー等の縮小露光装置でレジストを介して露光焼付けを繰り返すことにより半導体基板上に、そのパターン転写を行う、いわゆるフォトリソグラフィー法によるパターン形成方法が用いられている。従って同一の半導体基板に複数のパターンを重ね合わせるために、その重ね合わせ誤差を極力小さくする必要がある。

【0003】 特に、近年の集積回路のますますの集積度の向上に伴い、デバイス素子そのものが微細化し、またパターン自身もそれに合わせて微細化され、パターンも、より高精度な重ね合わせ精度が要求されるようになってきた。この重ね合わせの誤差を生じる原因是、主に縮小露光装置に起因するもの、マスク基板に起因するもの、フォトマスクに起因するものに分類される。

【0004】 第1の縮小露光装置に関しては、縮小露光装置そのものの重ね合わせのための機械的位置精度の向上の他、重ね合わせマークの読み取り方式の改良等が採り入れられている。一方、縮小露光装置のユーザ側においてはロット単位ごとに特定号機を専用機として指定

し、特定号機に有する特有のロット間の誤差を防止することなど種々の工夫が行われ、この問題に対処している。

【0005】 また、第2のマスク基板に関しては、重ね合わせマークの形状劣化が生じないようにプロセスフローや読み取りマークの位置あるいはレイヤー等の工夫が行われている他、RSA { Rear Surface Alignment 法； S.Katagiri, et al., the 6 th international MicroProcess conf., B-8-6, (1993) } のようにマスク基板裏面に重ね合わせマークを配置する方法も提案されている。その他の方法としてチップレベルリング機能を露光装置に持たせ、マスク基板の反りの影響を最小限に抑えることも行われている。

【0006】 最後の第3のフォトマスクに関しては、フォトマスクの作製時に起こるものと、フォトマスクを用いて露光装置によりパターン露光焼付け時に起こるものとがある。前者は、電子線描画装置内にマスク基板をロードし、真空引きをした断熱膨張によるマスク基板の温度低下によるものが大きい。この温度変化を抑えるためには特開昭60-171725号公報に、電子線描画処理室の手前のロードロック室に加熱装置を設けることにより温度制御する方法が提案されている。

【0007】 また後者は、使用環境における温度の不安定が原因であり、これを回避するための方法として特開昭53-98782号公報にマスク基板またはウエハーの温度コントロールを行う方法が提案されている。なお本技術は特にX線リソグラフィーのように高エネルギー照射を行なう場合のマスクの温度上昇を抑えるにも有効な方法である。

【0008】 また本発明と同様の目的の特開昭60-171725号公報に開示されている方法は予備室内の試料を加熱する機構を備えた有効な方法ではあるが、露光時の温度変化までを考慮したものではない。即ち、この方法では電子照射エネルギーによって生じた温度上昇によるマスク基板の膨張の影響を補正することはできない。前記に示した重ね合わせ誤差の原因のうち、第1の縮小露光装置に起因する誤差は、縮小露光装置そのものの位置合わせ精度が向上し、非常に小さく無視しうる程度である。

【0009】 例えば、市販の縮小露光装置NSR2005 {ニコン（株）製} を用いて、アクティブレイヤーに重ね合わせマークにとり、同じアクティブレイヤーに重ね合わせてみたところ、重ね合わせ誤差は $3\sigma = 0.05 \mu m$ 以下であった。これは測定誤差に近い値であり、現在の集積回路の作製にあたり、縮小露光装置そのものの影響は非常に小さい。

【0010】 また、第2のマスク基板に起因する重ね合わせ誤差の低減は今のところ非常に困難な問題である。製造工程が進むにつれマスク基板そのものが反ったり、エッティングされた重ね合わせマークの側壁が粗くなつて、マーク読み取り困難になることは必然的に起こりう

ることだからである。第3のフォトマスクに起因する重ね合わせ誤差は、現状では最も効率よく低減できうる問題である。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、前記の第3のフォトマスクに起因する重ね合わせ温度を低減するものであり、マスク基板作製時のパターン転写露光などによるマスク基板の温度変化によって起こる転写パターンの位置ずれ誤差をより低減させることを目的とする。

【0012】露光時に生ずる温度上昇によってマスク基板が、どの程度影響を受けるかを具体的な実例を探り上げ以下に説明する。先ず、5倍縮小型露光装置を例にとって、転写露光によるパターンの位置ずれを一定の許容値内に抑えるために、最大限許容される露光による温度変化 ΔT を算出する。

【0013】露光エリアを20mmとし、露光時の最大位置ずれを $0.05\mu m$ 以下、即ちマスク（レチクル）上では $0.25\mu m$ 以内に設定するものとする。石英ガラス製のマスク基板を使用した場合その線膨張係数は $5.0E-7/K$ であるから電子線描画中の温度変化 ΔT は、 $0.05E-6(m) * 5 \geq 5.0E-7(/K) * \Delta T (K) * 20E-3 (m) * 5$ により $\Delta T \leq 5K$ となる。

【0014】従って、露光時の位置ずれを $0.05\mu m$ 以下にしようとするときには温度上昇を $5K$ 以下に抑える必要がある。この温度上昇の低減の要求は、集積回路のチップサイズが大きくなるにつれ、また素子が微細化するにつれて厳しくなり、T.Matsusaka et al., the 6th International MicroProcess conference, PC-3 (1993)にも、近い将来 $0.1K$ 以下に抑えることが必要であるとの見解が提示されている。

【0015】また、重ね合わせて使用する数種類の組合せよりなるマスクを従来の露光方法で作製した場合、上記の温度の不安定に起因するパターンの位置ずれが、複数のマスク基板にそれぞれ存在し、全体として位置ずれは増幅される。従って、この組合せマスクパターンを同一のマスク基板上に順次、重ね合わせて転写露光した場合、その位置ずれは重畠して、更に増幅されてマスク基板上に転写露光されることになり、集積回路の作製上、その微細化に益々不利になる。

【0016】描画露光中の温度上昇を5インチ平方のマスク基板を例に見積もると以下のようになる。照射エネルギーは平均して $10\mu A$ の電子ビームを $10kV$ で2時間照射したとすると $10(\mu A) * 10(kV) * 7200(sec) = 720(joule)$ のジュール熱量をマスク基板が受けたことになる。また、温度上昇はマスク基板が比熱 $0.2cal/(gK)$ 、比重4.0、厚さ $2mm$ の石英ガラスでできているとすると、

$$720 / 4.1855(cal) = \Delta T (K) * 0.2 (cal/(gK)) * 12.5 (cm) * 12.5 (cm) * 0.2(cm) * 4.0$$

より温度上昇 ΔT は $6.9K$ と見積もられる。

【0017】従って、従来の電子線描画露光方法では、たとえ放熱の影響を考慮したとしても上記に示す条件（ $\Delta T \leq 0.1K$ ）よりは、かなり大きな温度上昇が見込まれ今後の集積回路の微細化上、大きな障害の要因となりうる。以上、マスク基板作製に関する課題として述べてきたが、半導体基板に直接電子線描画する場合も同様の課題が存在する。

【0018】そこで本発明は、フォトマスクに起因する重ね合わせ誤差を極力低減させ、より精度の高いマスク基板を作製するため、電子線描画露光処理時に生ずるマスク基板の温度上昇 ΔT を $0.1K$ 以下に抑え、前期問題点を解決し露光時の温度の不安定を防止する方法とその露光装置を提供することを目的とするものである。

【0019】

【課題を解決するための手段】本発明は、①電子線描画装置によりパターン転写露光を行う際、感光性レジストを塗布したパターン転写基板を載置するステージに温度調節自在な冷媒を循環させ、かつ冷媒の温度を調節し、露光開始時から露光終了時までパターン転写基板の温度を一定に保持したままパターン転写露光を行うことを特徴とするパターン転写露光方法であり、②同一品種の集積回路を作製するため、重ね合わせて使用する一式のマスクを露光するに際し、パターン転写基板を載置するステージに温度調節自在な冷媒を循環させ、かつ冷媒の温度を調節し、その全マスクを一定温度に保持したままパターン転写露光することを特徴とするマスク作製方法であり、また③電子線描画装置において、パターン転写基板を載置するステージに冷媒用配管を配設し、かつ冷媒の温度を自在に調節する機構を備えたことを特徴とする露光装置である。

【0020】

【作用】本発明によれば、電子線描画装置でパターン転写露光するマスク基板を載置するステージに温度調節自在な冷媒を循環させているため、ステージの温度、即ち、マスク基板を一定の温度に保持したまま、パターン露光開始時から露光終了時までの温度を常に一定の温度に保持できる。従って、電子線照射エネルギーによって生じた温度上昇によるマスク基板の膨張の影響を補正することができる。

【0021】従って、従来方法よりも精度の高い転写露光されたパターンを有するマスク基板を作製することができる。また同一品種の集積回路を作製するための重ね合わせて使用する一式の複数のフォトマスクの作製に関し、全てのマスクを同一温度で露光作製したフォトマスクを使用し、同一のウエハー上に順次転写露光すれば各マスク間の相乗効果による位置ずれの増幅も生じない。

【0022】

【実施例】本発明の実施例を図面を参照して説明する。図2は本発明による電子線描画装置全体の概略を示した横断面図である。マスク基板1はゲートバルブ3を開

き、ロードロック室2へ搬入される。その後、ゲートバルブ3を閉じ、ロードロック室2は真空ポンプで排気される。このとき空気分子はロードロック室2から排除されるため、理想的には断熱膨張せず、マスク基板1の温度低下は生じない。

【0023】しかし、排気は瞬時に行われるものではなく、その排気過程において断熱膨張が起こり、実際にはマスク基板1は冷却される。冷却されたマスク基板1は真空中においては気体との熱交換がないため、主としてマスク基板1とステージ4との接触による熱伝導のみにより、熱交換が行われ、徐々にステージ4の温度に近づいていく。

【0024】なお、マスク基板1は、ゲートバルブ13を介してステージ4へと移され、メカニカルクランプ5によりステージ4へ固定される。本実施例では図3に示すように、マスク基板1とステージ4の間にスペース14を設け、そこに熱伝導率の高いHeガス17を充填している。この技術はドライエッティングでは頻繁に使われる技術であり、固体接触のみでは不十分なステージとの熱伝達をガス接触により補填するものである。

【0025】ステージ4は冷媒15により20℃に温度調節されている。この時のステージの温度が室温と大きく違うと精密な温度調節が難しかったり、アンロードの際に室温に戻るために温度上昇で歪みが生じたりするため、ステージの温度が室温とできるだけ近いほうがよい。また、ステージ4は転写露光時に自由にXY軸方向に可動できるようにするために、冷媒を通す配管6及び熱伝導氣体用配管7はペロー状のフレキシブルチューブで構成されている。このフレキシブルチューブの材質はステンレス等の金属でもよいし、あるいはテフロン等などの樹脂でもよい。

【0026】更に、ステージ4の位置の制御精度の向上のため、これらのフレキシブルチューブを用いることなく、図4に示すように冷却したHeガスをマスク基板1の裏面に接するスペース14に直接供給する方法を用いてもよい。あるいはまた冷却用レーザーを用いてもよい。本発明方法と従来方法による電子線描画露光装置での露光時のマスク基板の温度変化を図1に示した。

【0027】図1(a)は本発明方法を用いた時のマスク基板の温度変化を、図1(b)は従来方法を用いた時のマスク基板の温度変化を示すものである。まず従来方法による電子線描画露光した場合、図1(b)に示すように室温25℃のロードロック室へ搬入後、真空に引き始めるロードロック室内で断熱膨張が生じ、マスク基板が15℃まで低下し、その後23℃位に回復した1時間後に、電子線描画露光開始する。電子線照射エネルギーによりマスク基板が徐々に温度上昇し、2時間後の電子線描画露光終了時にマスク基板は27℃にまで上昇する。

【0028】従って、電子線描画の露光開始時から電子線描画の露光終了時までのマスク基板の膨張は5インチ

平方、マスク基板の場合、有効エリアを100mm²とすると転写パターンの最大位置ずれは、5.0E-6(1/K)*100(mm)*4(K)/5=4E-4(mm)=0.4μmとなる。

【0029】一方、本発明による電子線描画露光した場合、真空に引き始めるとマスク基板の温度は従来方法と同様に15℃まで低下する。その後、マスク基板を載置するステージは20℃位になり、冷媒の働きでステージ、マスク基板の温度が電子線描画露光開始時から電子線描画露光終了時まで20℃に保持される。従って、本発明による場合は上記の従来方法によるマスク基板の熱膨張による転写パターンの位置ずれという問題を生ずることはない。

【0030】なお、本発明では冷媒の働きにより冷却することにより露光時のステージの温度、即ちパターン転写基板の温度を一定に保持する方法を示したが、パターン転写基板の温度を一定にする方法として加熱温調保持は以下の理由で不適当である。加熱の場合は室温より十分高い温度まで加熱する必要があるが、その場合、感光レジストの解像力は低下し、処理室の真空劣化に伴うビームスポットの増大等が生じるからである。

【0031】

【発明の効果】本発明は、電子線描画露光するマスク基板を載置するステージに冷媒を循環させ、かつステージ温度を一定に保持する機能を設け、パターン露光時の高エネルギー粒子照射による温度を補正し、パターン露光開始時から終了時までマスク基板の温度を常に一定の温度に維持させるため、寸法精度の高いマスク基板を作製することができる。

【0032】結果として、同一品種の集積回路を作製するための数種類の組合せよりなる集積回路用パターンを有する複数のフォトマスクの相互の位置合わせ精度も向上し、より微細化した集積回路の作製にも容易に対応できるようになった。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明の方法による電子線描画時におけるマスク基板の温度を示す特性図である。(b)は従来の方法による電子線描画時におけるマスク基板の温度を示す特性図である。

【図2】本発明の実施例に係わるステージを用いた電子線描画装置の概略横断面図である。

【図3】本発明の実施例に係わるステージの横断面図である。

【図4】本発明の実施例に係わる他のステージの横断面図である。

【符号の説明】

- 1 マスク基板
- 2 ロードロック室
- 3 ゲートバルブ
- 4 ステージ

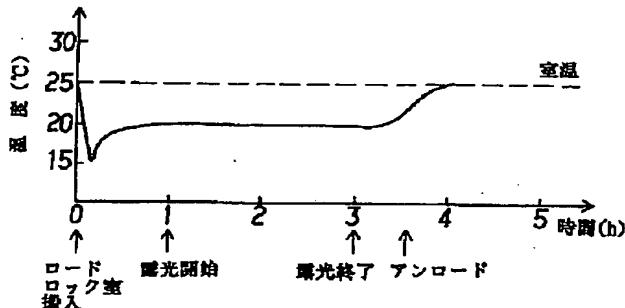
7

5 メカニカルクランプ
 6 冷媒用配管
 7 热伝導气体用配管
 8 電子銃
 9 ストップバルブ
 10 クロム
 11 感光性レジスト

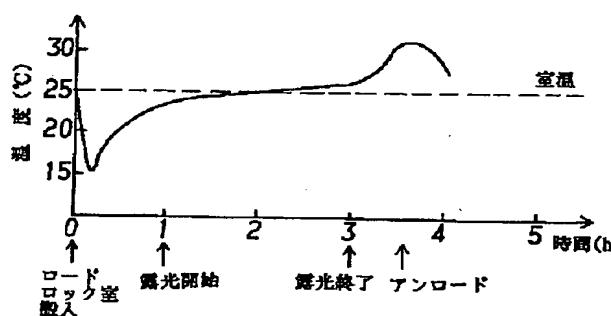
12 Oリング
 13 ゲートバルブ
 14 スペース
 15 冷媒
 16 N₂ガス
 17 Heガス

【図 1】

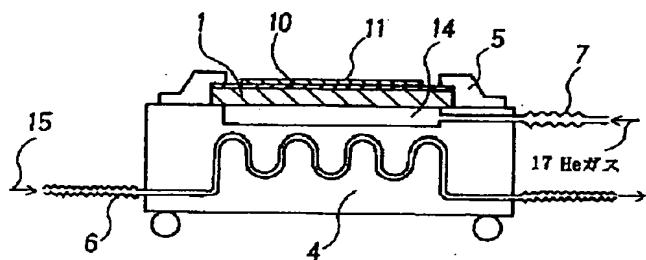
(a)



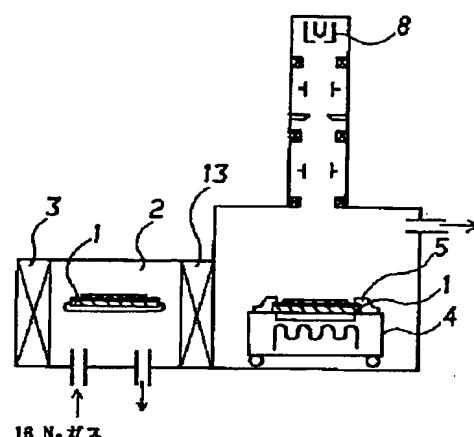
(b)



【図 3】



【図 2】



【図 4】

